

УДК 911.52:551.584.3

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ В КОНТЕКСТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

¹Цыдыпов Б.З., ¹Черных В.Н., ¹Содномов Б.В., ²Куликов А.И.

¹*Байкальский институт природопользования Сибирского отделения
Российской академии наук, Улан-Удэ, e-mail: sodnomov@binm.ru;*

²*Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения
Российской академии наук, Улан-Удэ*

Микроклиматические особенности любой территории играют важную роль в функционировании ландшафтов, определяют эффективность ее хозяйственного использования. К сожалению, при изучении природы какой-либо территории, атмосферных процессов микроклимату не уделяется достаточного внимания, поскольку это увеличивает масштабность и детальность работ. Имеющиеся климатические карты охватывают большие территории, но их мелкомасштабность не позволяет детально анализировать ситуацию в отдельно взятом районе, в пределах малых водосборных бассейнов или каких-либо небольших по площади межгорных котловин. Вместе с тем в современных условиях развития сельского хозяйства в районах с ограниченными земельными и агроклиматическими ресурсами и преобладанием в системе землепользования частного сектора – коммерческих крестьянско-фермерских хозяйств – любые возможности интенсификации производства становятся важными. Поэтому изучение микроклимата отдельных территорий, местностей и ландшафтов является краеугольным камнем в процессах интенсификации производства и рационализации использования ресурсов. Изучение микроклимата является важной составляющей эффективного использования ресурсов природной среды. Благодаря подобным исследованиям появляется возможность развивать сельскохозяйственное производство даже в районах с крайне неблагоприятными природными условиями. В данной работе, на примере изучения микроклимата отдельно взятой Тархарской котловины в центральной части Селенгинского среднегорья, сделана попытка оценить роль, значение и возможности рационального использования агроклиматических ресурсов. Проведен пространственный анализ и оценка современного состояния микроклиматических участков методом комплексного ландшафтно-микроклиматического картографирования. На основе выделения климатических особенностей ландшафтов, рангов урочищ и фаций дается оценка возможностей развития землепользования. Материалы исследования могут быть использованы при развитии сельского хозяйства в условиях горно-котловинного рельефа и аридного климата Селенгинского среднегорья.

Ключевые слова: ландшафт, рельеф, микроклимат, урочище, фация

MICROCLIMATIC FEATURES OF INDIVIDUAL INTERMONTANE BASINS OF THE SELENGA MIDDLE MOUNTAINS IN CONTEXT OF AGRICULTURE USE

¹Tsydygov B.Z., ¹Chernykh V.N., ¹Sodnomov B.V., ²Kulikov A.I.

¹*Baikal Institute of Nature Management of the Siberian Branch of the Russian Academy
of Sciences, Ulan-Ude, e-mail: sodnomov@binm.ru;*

²*Institute of General and Experimental Biology of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude*

Microclimatic features of any territory are important for the functioning of landscapes and determine the effectiveness of its economic use. Unfortunately, when studying the nature of any territory, the microclimate isn't given sufficient attention, because this increases the scale and detail of the work. The available climatic maps cover large areas, but their small scale doesn't allow for a detailed analysis of the situation in a single area, small drainage basins or any small intermontane basins. At the same time, in the modern conditions of agricultural development in areas with limited land and agro-climatic resources and the predominance of the private sector in the land use system – commercial peasant farms – any possibilities for intensifying production become important. Therefore, the study of the microclimate of individual territories, localities and landscapes is a cornerstone in the processes of intensifying production and rationalizing the use of resources. The study of the microclimate is an important component of the effective use of natural resources. Thanks to such research, it becomes possible to develop agricultural production even in areas with extremely unfavorable natural conditions. In this work, on the example of studying the microclimate of a separate Tapkhar depression in the central part of the Selenga middle mountains, we try to assess the role, importance and possibilities of rational use of agroclimatic resources. The spatial analysis and assessment of the current state of microclimatic areas by the method of complex landscape-microclimatic mapping. Based on the identification of climatic features of landscapes, ranks of tracts and facies, an assessment of the possibilities of land use development is given. The research materials can be used in the development of agriculture in the conditions of the mountain-hollow relief and the arid climate of the Selenga middle mountains.

Keywords: landscape, relief, microclimate, stow, facies

В процессе изучения природных особенностей какой-либо территории микроклиматическим исследованиям уделяется недостаточно внимания в отличие

от исследования изменений климата в макромасштабе. Для байкальского региона закономерности микроклиматических параметров закреплены на соответствующем

картографическом материале [1; 2]. Связано это, прежде всего, с первостепенной необходимостью учета влияния глобальных и региональных климатических процессов на природные комплексы. Такой подход оправдывает себя, поскольку детальность и крупномасштабность нерациональна при описании физико-географических стран, крупных речных бассейнов, отдельных географических областей. Особенности микроклимата становятся важными при изучении ландшафтов ранга урочищ, групп урочищ или фаций. В этом случае понимание особенностей микроклимата важно для исследователя, поскольку сходство и отличие отдельных элементарных ландшафтов определяется, наряду с рельефом, особенностями инсоляции и увлажнения, т.е. параметрами климатической природы.

В современной структуре сельскохозяйственного производства в Бурятии значительную долю готовой продукции производят небольшие крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ). Крупных фермеров, имеющих десятки тысяч гектаров земли, не так много. Они специализируются на зерновых культурах и работают в основном в центральных земледельческих районах республики. КФХ же, как правило, это комплексное производство. Они имеют в собственности до 100 га земель, иногда всего 1–2 га, участки, полученные по федеральной программе «Дальневосточный гектар». При этом КФХ занимаются и животноводством, и растениеводством, стараясь максимально эффективно использовать имеющиеся земельные ресурсы. На одном участке выращивают разнообразные культуры от пшеницы и овса до арбузов, что возможно благодаря правильному зонированию территории при учете микроклиматических особенностей. В подавляющем большинстве случаев фермеры полагаются только на собственный опыт, практических же наблюдений и измерений не проводится. В этой связи изучение микроклимата конкретной территории – прикладная задача. Имея научное обоснование, можно избежать ненужных ошибок при планировании хозяйственной деятельности.

Несмотря на разнообразие сочетаний природных факторов на конкретной территории в пределах крупных физико-географических областей, при детальном изучении обнаруживаются сходства между похожими районами. Так, на территории Селенгинского среднегорья (Забайкальская горная физико-географическая стра-

на) даже при ближайшем рассмотрении понятны общие особенности проявления природных процессов в отдельных межгорных котловинах в зависимости от их типа, строения, площади [3]. Это же свойственно для сравнительно небольших территорий. В связи с этим, имея детальные представления о микроклимате каких-либо отдельных котловин, склонов или других орографических и природных образований, при тождественности природных условий можно допустить достаточно верную экстраполяцию на обширные похожие районы. Учитывая это, а также для понимания особенностей микроклимата и ландшафтной структуры небольших межгорных котловин проводилось данное исследование.

Цель исследования: определение особенностей микроклимата Тапхарской котловины, включая сопредельные склоны Ганзуриного кряжа, как одной из типичных территорий, имеющих множество аналогов в Селенгинском среднегорье, для оценки возможностей их эффективного использования при рациональной организации сельского хозяйства.

Поставленные в соответствии с целью исследования задачи предполагали детальные ландшафтные и микроклиматические исследования на отдельно взятой территории с выявлением ландшафтного разнообразия на уровне фаций и урочищ, благоприятных и неблагоприятных по условиям инсоляции и увлажнения участков.

Научная новизна работы заключается в том, что изучением микроклимата небольших межгорных котловин Селенгинского среднегорья, земли которых используются в сельском хозяйстве, ранее никто комплексно не занимался. Вместе с тем есть примеры эффективного использования микроклимата в хозяйствах Бурятии, где благодаря его особенностям выращивают арбузы и виноград, а потому развитие и внедрение в практику подобного рода исследований необходимо.

Территория исследования

Тапхарская котловина представляет собой обособленную бессточную межгорную впадину. Относится к системе впадин забайкальского типа (мезозойский возраст), являясь частью Иволгино-Удинской впадины, примыкает к ней с юга, отделена небольшой тектонической перемычкой между вершинами Тарбага и Тобхор с относительной высотой около 100 м. С юга и юго-запада впадина ограничена поднятиями Ганзуриного кряжа, с северо-востока – его отрогами. Мак-

симальная высота водоразделов достигает пределов 750–800 м, абсолютные отметки днища впадины – 600–610 м. Таким образом, превышение междуречий над днищем составляет 150–200 м. В рельефе котловины выделяются выровненная поверхность днища, склоны разной крутизны и экспозиции, одиночные вершины. Мезорельеф характеризуется наличием эрозионных форм временных водотоков, современных и древних конусов выносов с западинами, понижениями и в целом достаточно разнообразен. Рыхлые отложения, определяющие морфоскульптурный облик, – полигенетические, представлены песками и супесями золотого, золотого-пролювиального и иного происхождения, древесной, щебнем, грубообломочными склоновыми отложениями, аллювием.

Почвы территории преимущественно каштановые, мучнисто-карбонатные с небольшим профилем и низким, до 4%, содержанием гумуса. В пониженных частях котловины мощность почвенного профиля возрастает до 40–50 см, в приводораздельных частях преобладают скелетные почвы. Растительность преимущественно степная и лесостепная, злаковая. Среди древесно-кустарниковой растительности преобладает ильм.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований использовался комплекс полевых методов с последующей математической обработкой полученных результатов и картографированием с применением ГИС.

На первом этапе с помощью описаний, проводимых по традиционным методикам, установлена ландшафтная структура территории, которая представлена сочетанием 11 урочищ с набором однородных фаций (рис. 1). На территории выделены степные и лесостепные урочища, формирующие-

ся на отложениях разного типа, с преобладанием каштановых почв и лесостепной растительности.

На втором этапе, для получения климатических данных, использовались датчики температуры, влажности воздуха и почвы, суммарной солнечной радиации и эффективного излучения, а также количества осадков, силы и направления ветра. Замеры проводились в наиболее выраженных формах рельефа, на склонах, с разной экспозицией, в частях котловины с отличными друг от друга условиями увлажнения.

Известно, что микроклиматические контрасты количественно более ярко выражены, чем макроклиматические. Так, изменчивость радиационных характеристик по широте и высоте примерно в 10 раз меньше, чем микроклиматических (табл. 1) [4].

По средней годовой температуре воздуха перепад между склонами южной и северной экспозиций крутизной 10° составляет $5-7^\circ\text{C}$ на 100 м, тогда как межширотный перепад (на 1000 м расстояния) равняется всего $0,6-0,8^\circ\text{C}$, а высотный (на 100 м высоты) – $0,5-0,7^\circ\text{C}$. Особенно большие микроклиматические контрасты проявляются по экстремальным температурам. Отметим, что на территории Селенгинского среднегорья в настоящее время наблюдаются высокие тренды роста температуры и снижения осадков [5; 6].

Различия микроклиматических показателей сильно варьируют. Так, более инсолируемые и засушливые склоны южной экспозиции соответствуют ландшафтным условиям тепловлагообеспеченности более южных широт, а склоны северной экспозиции – условиям ландшафтов, расположенных севернее. Таким образом, на уровне фаций и урочищ микроклиматические условия являются ведущим фактором ландшафтообразования.

Таблица 1

Макро- и микроклиматические градиенты

Метеопараметры	Широтные градиенты	Высотные градиенты	Микроклиматическая изменчивость
Прямая радиация, $\text{МДж}/\text{м}^2 \times \text{мес.}$	8,4–12,6	–	46,1–155,0
Радиационный баланс, $\text{МДж}/\text{м}^2 \times \text{мес.}$	4,2–8,4	–	41,1–134,1
ФАР, $\text{МДж}/\text{м}^2 \times \text{мес.}$	2,1–5,0	–	29,3–75,4
Среднегодовая температура, $^\circ\text{C}$	0,6–0,8	0,5–0,7	5–7
Средняя максимальная температура, $^\circ\text{C}$	0,6–0,8	0,7–0,8	9–10,5
Средняя минимальная температура, $^\circ\text{C}$	0,7–0,9	0,6–0,9	5–9
Безморозный период, дни	3–5	5–6	20–30
Температура почвы на глубине 0,2 м, $^\circ\text{C}$	0,6–0,8	–	2–4

На следующем этапе проводилось со-
вмещение данных. На карту фаций накладывались результаты микроклиматических исследований. В качестве показателей фонового участка приняты осредненные зональные климатические нормы метеозлементов для центральной подзоны степной зоны согласно агропочвенному районированию Республики Бурятия.

При расчете фотосинтетически активной радиации (ФАР) коэффициенты прямой солнечной и рассеянной радиации были приняты как 0,43 и 0,57. Значения рассеянной радиации для территории исследования вне зависимости от экспозиции можно считать одинаковыми. Значения прямой солнечной радиации отличаются для разных экспозиций и определяются по формуле:

$$S_{ск} = S_{Г} / \sin \alpha,$$

где $S_{ск}$ – прямая радиация, приходящая на склон, α – крутизна склона, $S_{Г}$ – прямая радиация, приходящая на горизонтальную поверхность. Значения средних из экстремальных температур воздуха (t_{min}^B , t_{max}^B) температуры почвы на глубине 20 см ($t_{0,2}$), периода с температурой выше 5 °C (τ ($t > 5$ °C)) взяты из «Справочника по климату СССР» [7]. Данные по весеннему запасу продуктивной влаги в слое 0–50 см почвы ($\Delta W_{0-0,5}$) и испаряемости воды (E_o) приняты по материалам воднобалансовых станций.

В табл. 2 климатические нормы для фонового участка приведены в абсолютном выражении, для микроклиматических участков – в виде отклонений. Так, если на фоновом участке $t_{min}^B = -2,0$ °C, то в теплых слабо засушливых местах, например – заморозки, будут характеризоваться ослаблением

на величину микроклиматической поправки $t_{min}^B = -2,0 + (1,0 \dots 2,0) = 0,0 \dots -1,0$ °C. Отметим, что коэффициенты микроклиматической трансформации параметров заимствованы из монографии Е.Н. Романовой и др. [4].

Такой важный теплоэнергетический показатель, как испаряемость на склонах (также связанный с влагоресурсной характеристикой), определен на основе значений испаряемости фонового участка E_{op} по формулам:

$E_{о.о.с.} / E_{op} = 1 + 0,01\alpha$ – для южных, освещенных склонов;

$E_{о.с.с.} / E_{op} = 1 + 0,0014\alpha$ – для северных, затененных склонов;

$E_{о.в.с.} / E_{op} = 1 + 0,001\alpha$ – для восточных склонов;

$E_{о.з.с.} / E_{op} = 1 + 0,002\alpha$ – для западных склонов.

На конечном этапе работы проводилась математическая обработка результатов замеров климатических показателей и графическая интерпретация полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Поскольку для незначительных по площади территорий картографирование выступает достаточно эффективным методом описания ландшафтной структуры, то при изучении территории Тапхарской котловины и прилегающих хребтов оно оказалось весьма эффективным. При объединении однородных фаций получена картосхема ландшафтных урочищ (рис. 1). Отметим разнообразие урочищ, что в целом отражает реальную природную обстановку для территории с низкогорным и среднегорным, среднерасчлененным рельефом.

Таблица 2

Микроклиматическая характеристика Тапхарской депрессии (май-сентябрь)

Микроклиматические участки	$\Delta FAP \times 10^5$, МДж/га	Δt_{min}^B , °C	Δt_{max}^B , °C	$\Delta t_{0,2}$, °C	$\Delta W_{0-0,5}$, мм	ΔE_o , мм	$\Delta \tau$ ($t > 5$ °C), дни
1. Самые теплые очень засушливые	70	-2	4,5	3,5	-40	200	30
2. Самые теплые сухие	40	-1	3	2,5	-30	100	20
3. Теплые засушливые*	140	5,6	21,2	14,7	60	620	148
4. Теплые умеренно засушливые	0 ... -5	-1	0	-1,5	25	-50	-10
5. Умеренно теплые умеренно увлажненные	-25	2,5	-3	-2	25	-50	-5
6. Прохладные умеренно увлажненные	-30	0	-5	-2	70	-100	-15
7. Прохладные влажные	-40	0,5	-10	-7	>100	-150	-15
8. Заморозкоопасные замкнутые	-50	-5	-20	-10	100	-250	-20
9. «Фитоклимат стволов»	< 8–15 раз	-5	-10	-7	10	-100	-20

Примечание. *Фоновые участки, т.е. открытые выровненные места, параметры которых приняты за микроклиматическую норму; приведены абсолютные значения параметров.

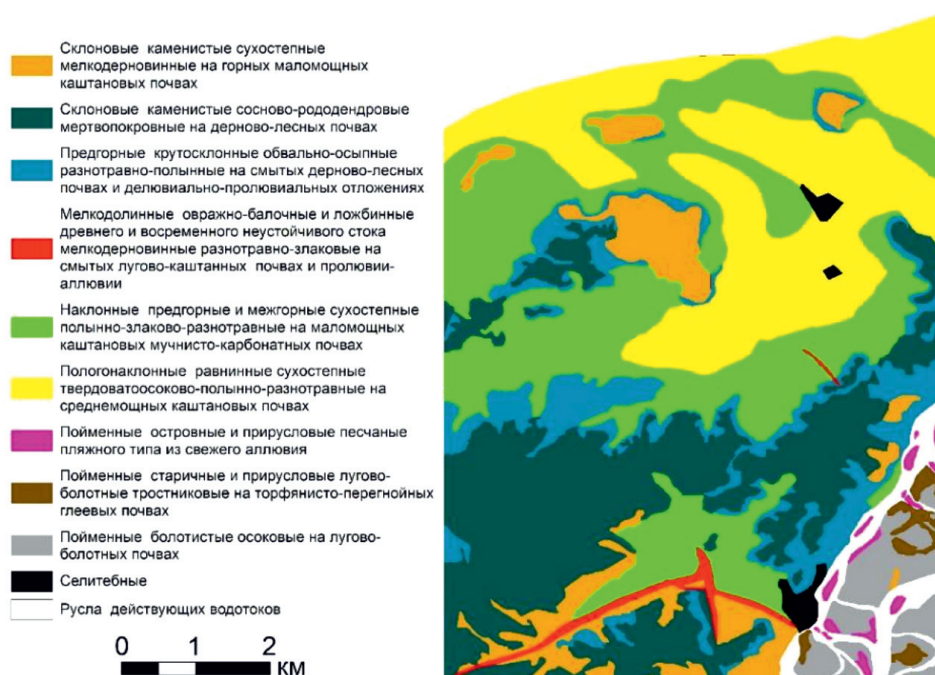


Рис. 1. Ландшафты Тапхарской котловины и прилегающих территорий

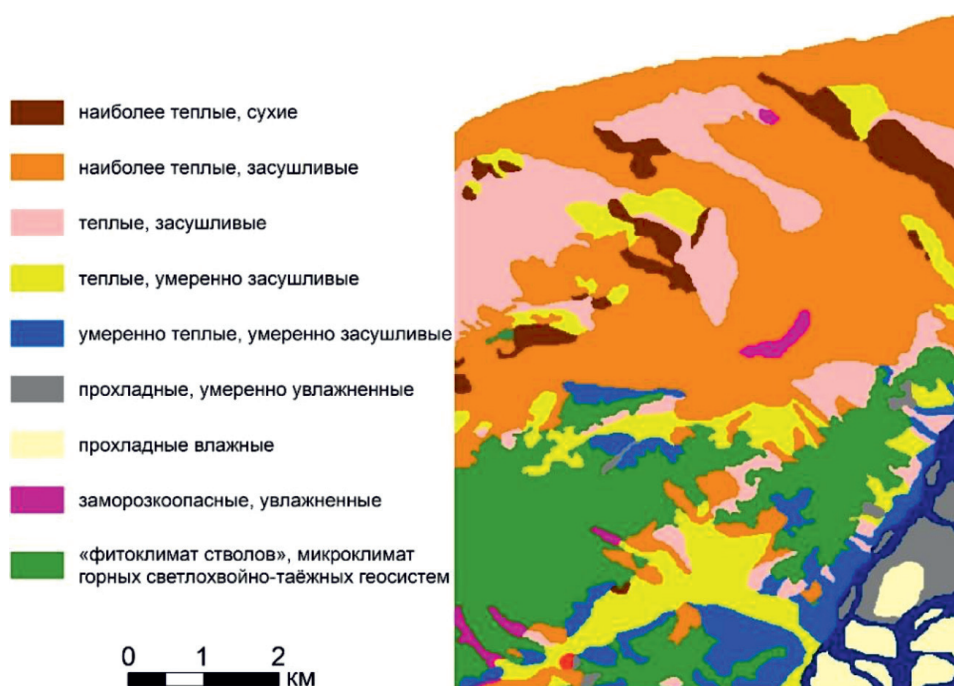


Рис. 2. Микроклиматические участки Тапхарской котловины

Методом комплексного ландшафтно-микроклиматического картографирования определена пространственная организация территорий с разными микроклиматическими условиями. В ходе исследования установлена экологическая амплитуда

функционирования местных агросистем, что особенно важно для развития сельского хозяйства.

Полученная картосхема (рис. 2) отражает результаты изучения микроклимата Тапхарской котловины и прилегающих

районов. Установлено, что в зависимости от рельефа и экспозиции склонов разные участки местности небольшой территории отличаются условиями инсоляции и увлажнения.

Данный факт необходимо принимать во внимание при ландшафтном планировании землепользования. Это особенно актуально в условиях развития крестьянско-фермерских хозяйств, преобладающих в современной Бурятии, когда при наличии ограниченных площадей необходимо получение максимальной прибыли от конечного продукта.

Кроме того, при проведении исследования получены массивы данных, позволяющие установить связь динамики микроклимата отдельных территорий с глобальными атмосферными процессами.

Выводы

На сегодняшний день в системе организации сельского хозяйства территорий, в том числе в Республике Бурятия, сделана ставка на развитие крестьянско-фермерских хозяйств, которые в подавляющем большинстве случаев не располагают большими площадями земельных угодий, а значит, их деятельность должна опираться на интенсификацию. Научно обоснованный подход к использованию земельных ресурсов предполагает не только внедрение современных способов хозяйствования, но и максимально эффективное использование всех имеющихся ресурсов, в том числе агроклиматических, которые в условиях горного рельефа, от места к месту, весьма различны. Поэтому учет микроклимата каждой отдельной территории является важным условием устойчивого развития землепользования. По результатам изучения микроклиматических особенностей Тапхарской котловины можно сделать следующие основные выводы.

1. Относительно изолированные межгорные котловины отличаются весьма разнообразными микроклиматическими условиями, что выражается, прежде всего, в разности инсоляции и увлажнения.

2. Котловины Селенгинского среднегорья отличаются разнообразием ландшафтных условий. Так, в пределах Тапхарской котловины выделены 11 урочищ и 9 микроклиматических участков. Натурными наблюдениями и измерениями доказано, что наибольшее влияние на микроклимат котловин оказывает рельеф. Мезо- и микроформы рельефа определяют перерас-

пределение солнечной радиации и увлажнения. Склоны южной экспозиции отличаются наибольшими отклонениями от нормы по условиям инсоляции и увлажнения. Солнечной радиации такие склоны получают в избытке, увлажнение при этом – недостаточное. В микроклиматическом отношении в противоположность им выступают склоны северной экспозиции и глубокие западины. Их взаимное сочетание определяет качество микроклимата территории.

3. Полученные при изучении Тапхарской котловины данные по особенностям микроклимата могут быть экстраполированы на похожие по условиям рельефа и ландшафтному разнообразию территории в центральной части Селенгинского среднегорья.

Ситуация, сложившаяся в сельском хозяйстве Республики Бурятия, при которой основным производителем продукции выступают не крупные агрохолдинги, а крестьянско-фермерские хозяйства, определяет потенциальную необходимость детального изучения ресурсов территорий, где не последнее место занимают микроклиматические исследования. При этом, разумеется, невозможно охватить натурными измерениями всю обширную территорию Селенгинского среднегорья, но установить общие закономерности для типичных участков вполне возможно.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН и при частичной поддержке гранта РФФИ № 19-55-53026.

Список литературы / References

1. Экологический атлас бассейна оз. Байкал. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. 145 с.
2. Экологический атлас Байкальского региона. Иркутск: изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017.
3. Дамбиев Э.Ц., Валова Е.Э. Степные ландшафты Бурятии. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2015. 200 с.
4. Романова Е.Н., Мосолова Г.И., Береснева И.А. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 244 с.
5. Romanova E.N., Mosolova G.I., Beresneva I.A. Microclimatology and its importance for agriculture. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 244 p. (in Russian).
6. Garmaev E.Zh., Ayurzhanayev A.A., Tsydyпов B.Z., Alymbayeva Zh.B., Sodnomov B.V., Andreev S.G., Zharnikova M.A., Batomunkuev V.S., Mandakh N., Salikhov T.K., Tulok-

honov A.K. Assessment of the Spatial and Temporal Variability of Arid Ecosystems in the Republic of Buryatia. *Arid Ecosystems*. 2020. Vol. 10 (2). P. 114–122.

6. Гармаев Е.Ж., Цыдыпов Б.З., Дабаева Д.Б., Андреев С.Г., Аюржанаев А.А., Куликов А.И. Уровенный режим озера Байкал: ретроспектива и современное состояние // *Водное хозяйство России*. 2017. № 2. С. 4–18.

Garmaev E.Zh., Tsydyпов B.Z., Dabaeva D.B., Andreev S.G., Ayurzhanayev A.A., Kulikov A.I. Level Regime of

Lake Baikal: Retrospective and Current State // *Vodnoye khozyaystvo Rossii*. 2017. No. 2. P. 4–18 (in Russian).

7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 23. Бурятская АССР, Читинская область. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 549 с.

Scientific and applied reference book on the climate of the USSR. Series 3. Long-term data. Parts 1–6. Issue 23. Buryat ASSR, Chita region. L.: Gidrometeoizdat, 1989. 549 p. (in Russian).